

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**Efecto de la sustitución de salvado de avena (*Avena sativa*) por
residuos de piña (*Ananas comosus*) deshidratados sobre las
características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una barra
alimenticia a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd)**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:


INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

AMPARO SOLEDAD VELASQUEZ GONZALEZ

TRUJILLO, PERÚ

2017

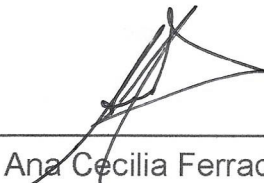
La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



Ing. Dr. Fernando Rodríguez Avalos
PRESIDENTE



Ing. Ms. Carla Consuelo Pretell Vásquez
SECRETARIO



Ing. Ms. Ana Cecilia Ferradas Horna
VOCAL



Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta
ASESOR

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios, por fortalecerme cuando estaba a punto de rendirme y permitir que llegue a este momento tan valioso.

A mi madre Carmen, por ser el pilar más importante, apoyarme y ser la persona que siempre ha estado conmigo.

A mis abuelos Pedro y Ángela, por su respaldo y motivación permanente.

A mi enamorado Jorge, por su apoyo, paciencia y entendimiento en toda mi etapa universitaria.

A mis hermanas Michelle y Nicole y a toda mi familia en general, por su respaldo en todo momento.

A mis maestros, que me acompañaron en el camino de mi carrera universitaria, con sus enseñanzas no solo impartieron conocimiento si no también ética profesional.

A todos quienes trabajan día a día en la investigación en la industria alimentaria en todo el país.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a todas aquellas personas que me ayudaron a lograr esta investigación, principalmente a mi asesor el Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta por su orientación, seguimiento y motivación en el logro de este trabajo.

A los miembros del distinguido jurado, Dr. Fernando Rodríguez Avalos, Ing. Ms. Carla Pretell Vásquez e Ing. Ms. Ana Ferradas Horna, por sus detalladas y acertadas sugerencias para mejorar mi trabajo.

A María Hayayumi y Johana Villanueva, por apoyarme en las tareas de laboratorio necesarias para este proyecto.

A mis amigos y compañeros, que estuvieron conmigo alentándome para conseguir este propósito.

Con todos ellos, siempre estaré agradecida.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CARÁTULA	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....	4
2.1. Piña	4
2.1.1. Generalidades	4
2.1.2. Variedades.....	4
2.1.3. Producción nacional de piña	5
2.1.4. Composición química y valor nutricional	5
2.1.5. Aprovechamiento de residuos orgánicos de la agroindustria	6
2.2. Quinoa.....	7
2.2.1. Generalidades	7
2.2.2. Origen.....	8
2.2.3. Variedades.....	8
2.2.4. Valor nutricional	10
2.2.5. Producción nacional.....	11
2.2.6. Usos e industrialización	11
2.3. Barra alimenticia.....	12
2.3.1. Generalidades	12
2.3.2. Valor nutricional	13

2.4. Análisis sensorial	14
2.5. Fibra dietética	15
2.5.1. Generalidades.....	15
2.5.2. Clasificación.....	15
2.5.3. Propiedades.....	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. Lugar de ejecución	17
3.2. Materiales, insumos y reactivos.....	17
3.3. Equipos e instrumentos.....	18
3.4. Otros materiales	18
3.5. Método experimental	19
3.2.1. Esquema experimental.....	19
3.5.2. Formulación de las barras alimenticias de quinua.....	20
3.5.3. Procedimiento experimental para la elaboración de residuos de piña deshidratados.....	21
3.5.4. Procedimiento experimental para la elaboración de las barras alimenticias	23
3.6. Métodos de análisis.....	25
3.2.2. Humedad	25
3.2.3. Firmeza instrumental	25
3.2.4. Fibra cruda.....	25
3.2.5. Aceptabilidad general.....	26
3.2.6. Métodos estadísticos.....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	28
4.1. Efecto de la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados sobre la humedad en una barra alimenticia a base de quinua.....	28
4.2. Efecto de la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados sobre la firmeza en una barra alimenticia a base de quinua.....	31

4.3. Efecto de la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados sobre la fibra cruda en una barra alimenticia a base de quinua.....	34
4.4. Efecto de la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados sobre la aceptabilidad general en una barra alimenticia a base de quinua.....	37
V. CONCLUSIONES.....	41
VI. RECOMENDACIONES	42
VII. BIBLIOGRAFIA	43
VIII. ANEXOS	50

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Composición nutricional de la piña	6
Cuadro 2. Composición nutricional de la quinua	10
Cuadro 3. Formulación para la elaboración de barras alimenticias	20
Cuadro 4. Prueba de Levene modificada aplicada a la humedad en barras alimenticias a base de quinua	29
Cuadro 5. Análisis de varianza para la humedad en barras alimenticias a base de quinua	30
Cuadro 6. Prueba de Duncan para la humedad en barras alimenticias a base de quinua	31
Cuadro 7. Prueba de Levene modificada aplicada a la firmeza instrumental en barras alimenticias a base de quinua	32
Cuadro 8. Análisis de varianza para la firmeza instrumental en barras alimenticias a base de quinua	33
Cuadro 9. Prueba de Duncan para la firmeza instrumental en barras alimenticias a base de quinua	34
Cuadro 10. Prueba de Levene modificada aplicada a la fibra cruda en barras alimenticias a base de quinua	36
Cuadro 11. Análisis de varianza para la fibra cruda en barras alimenticias a base de quinua	36
Cuadro 12. Prueba de Duncan aplicada a la fibra cruda en barras alimenticias a base de quinua	37
Cuadro 13. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general en barras alimenticias a base de quinua	39
Cuadro 14. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en barras alimenticias a base de quinua	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.	Esquema experimental para la elaboración de barras alimenticias a base de quinua con residuos de piña deshidratados.....	19
Figura 2.	Diagrama de flujo de la elaboración de cáscara de piña deshidratada en polvo	21
Figura 3.	Diagrama de flujo de la elaboración de corazón de piña deshidratada	22
Figura 4.	Diagrama de flujo para la elaboración de barra alimenticia con residuos de piña deshidratados	24
Figura 5.	Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general en barras alimenticias con residuos de piña deshidratados.....	27
Figura 6.	Humedad en función de la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados en una barra alimenticia a base de quinua	28
Figura 7.	Firmeza instrumental en función de la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados en una barra alimenticia a base de quinua	32
Figura 8.	Fibra cruda en función de la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados en una barra alimenticia a base de quinua	35
Figura 9.	Aceptabilidad general en función de la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados en una barra alimenticia a base de quinua	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Resultados de análisis de contenido de humedad de barra alimenticia a base de quinua con residuos de piña deshidratados	51
Anexo 2. Resultados de análisis de fibra cruda de barra alimenticia a base de quinua con residuos de piña deshidratados	52
Anexo 3. Resultados de análisis de firmeza instrumental de barra alimenticia a base de quinua con residuos de piña deshidratados	53
Anexo 4. Resultados de la evaluación de aceptabilidad general de barra alimenticia a base de quinua con residuos de piña deshidratados	54
Anexo 5. Fotografías de la obtención de residuos de piña deshidratados	55
Anexo 6. Fotografías de la elaboración de la barra alimenticia	56
Anexo 7. Fotografías de análisis fisicoquímico y de aceptabilidad general	57

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la sustitución de salvado de avena (*Avena sativa*) por residuos de piña (*Ananas comosus*) deshidratados (30, 60 y 90%) sobre contenido de humedad, firmeza, fibra cruda y aceptabilidad general de una barra alimenticia a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Las variables respuesta fueron evaluadas dentro de las 48 h después de elaborada la barra alimenticia. El análisis estadístico para todas las variables se realizaron a un nivel de confianza del 95%. La homogeneidad de varianzas en las variables paramétricas fue demostrada con la prueba de Levene modificada ($p > 0.05$). El análisis de varianza denotó efecto significativo ($p < 0.05$) de la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados sobre el contenido de humedad, firmeza y fibra cruda. En la prueba de Duncan se determinó que la mejor humedad se obtuvo en las sustituciones de 30 y 60% con 6.66 y 6.84%, respectivamente, y para la firmeza instrumental las sustituciones de 30, 60 y 90% calificaron como los mejores valores con 15.10, 16.18 y 17.48 N; por ser los valores más cercanos a los obtenidos en las barras comerciales analizadas para ambas variables. En el análisis de fibra cruda se determinó que la sustitución de 90% produjo el mayor contenido con 8.51%. En la aceptabilidad general, el tratamiento de sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados al 30% obtuvo el mayor promedio (7.33 puntos) correspondiente a la percepción "Me gusta bastante". La prueba de Friedman evidenció diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las muestras evaluadas. La prueba de Wilcoxon confirmó que la barra con sustitución al 30% con mayor aceptabilidad general fue la mejor en características sensoriales. La sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados al 30% es considerada el mejor tratamiento por presentar la mejor humedad y firmeza instrumental, alto contenido de fibra cruda y la mayor aceptabilidad general en barras alimenticias a base de quinua.

ABSTRACT

The effect of oat bran (*Avena sativa*) substitution by dehydrated pineapple (*Ananas comosus*) residues (30, 60 and 90%) on moisture content, instrumental firmness, crude fiber and general acceptability of a quinoa based (*Chenopodium quinoa Willd*) food bar was evaluated. The response variables were evaluated within 48 h after the food bar was elaborated. Statistical analysis for all variables was performed to a confidence level of 95%. The homogeneity of variances in the parametric variables was demonstrated with the modified Levene test ($p > 0.05$). The variance analysis showed significant effect ($p < 0.05$) of oat bran substitution by dehydrated pineapple residues on moisture content, firmness and crude fiber. The Duncan test determined that the best humidity was obtained in the 30 and 60% substitutions with 6.66 and 6.84%, respectively, and for instrumental firmness the substitutions of 30, 60 and 90% qualified as the best values with 15.10, 16.18 and 17.48 N; for being the values closest to those obtained in the commercial bars analyzed for both variables. The crude fiber analysis determined that the 90% substitution had the highest content with 8.51%. In the general acceptability, the oat bran substitution by dehydrated pineapple residues treatment at 30% produced the highest average (7.33 points) corresponding to the perception "I like it a lot". The Friedman test showed a significant difference ($p < 0.05$) between the samples evaluated. The Wilcoxon test confirmed that the bar with 30% substitution with greater general acceptability was the best in sensory characteristics. The oat bran substitution by dehydrated pineapple residues at 30% is considered the best treatment because it presents the best moisture and instrumental firmness, high crude fiber content and the highest general acceptability in quinoa based food bar.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la industria alimentaria es importante, pero, genera residuos de diversas características; de igual forma que al perfeccionamiento e implementación de nuevas técnicas o métodos para el aprovechamiento de éstos. En el proceso productivo de los alimentos, además del producto deseado, se generan subproductos, residuos y productos fuera de norma, cada uno de los cuales pueden servir para consumo humano o animal y aplicación industrial, lo que traería beneficios económicos. Sin embargo, la mayoría de este tipo de industrias no tiene algún plan para estos residuos, debido al alto costo de su reutilización y por el contrario, los ubican junto con la basura en los vertederos o rellenos sanitarios. La incorporación y aprovechamiento de residuos de la agroindustria sería una solución medioambiental y la oportunidad de conseguir materias primas a bajo costo, con alto valor nutritivo y funcional (Yepes y otros, 2008; Fernández y Madera, 2012).

El uso de desechos industriales para la producción de ciertos productos es muy importante para la economía de las industrias y para la conservación del medio ambiente. Con esto en mente y con la conciencia de que la sociedad actual está cada vez más preocupada por consumir alimentos saludables y proporcionar beneficios a la salud (Boniconro y Haddad, 2012).

En los últimos años se ha desarrollado un interés por la fibra alimentaria, este interés inicia de la asociación epidemiológica entre una dieta rica en fibra y lo que podría ser una menor incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles de especial gravedad, como lo puede ser la enfermedad cardiovascular y el carcinoma de intestino grueso, además de tener un efecto laxante y reducir la glucemia en sangre. Por esta razón, actualmente se recomienda el incrementar el consumo de productos que enriquezcan

sus dietas con algunos nutrientes que contienen componentes o elementos fisiológicamente activos, los cuales tendrán beneficios para la salud (Llamas y otros, 2014).

La quinua es considerada un pseudocereal que tiene como principal característica la calidad de su proteína, es reconocida por la Organización Mundial de la Salud como un alimento ideal por su composición nutricional superior frente a otros cereales. La quinua es importante en la alimentación de las personas con enfermedad celíaca pues no tiene proteínas formadoras de gluten. Los productos preparados con quinua son considerados como alimentos saludables, por lo tanto, la elaboración de una barra de cereal con quinua es una excelente alternativa para personas que buscan tener una dieta equilibrada (Da Silva, 2011)

La tendencia actual es incluir fibra alimentaria como un alimento funcional. Una opción para obtener un aporte de fibra es adicionar a los alimentos, como lo es una barra energética, un ingrediente activo como el corazón de piña, que además de enriquecer el alimento es un recurso aprovechable ya que es un subproducto industrial (Llamas y otros, 2014).

En la región La Libertad, existe un protagonismo importante de esta fruta específicamente en el distrito de Poroto, en donde se celebra la Feria de la piña con la finalidad de promover la sostenibilidad y competitividad productiva del cultivo de piña y la elaboración de productos derivados tales como licores, tortas, mermeladas, dulces, entre otros (Radio Programas del Perú, 2012).

Así mismo, según información del Ministerio de Agricultura y Riego, en el Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera 2015, la región La Libertad, es el segundo mayor productor de piña a nivel nacional y el mayor productor de piña en la costa peruana. En el año 2015 se cosecharon

1129 ha con una producción de 23846 t lo que dio un rendimiento de 21.1 t/ha, mayor al obtenido en el año 2014 de 20.1 t/ha.

Como se demuestra, existen muchas posibilidades de desechos agroindustriales que son utilizados para dar un valor agregado a las barras alimenticias a base de cereales, como por ejemplo las cáscaras de fruta deshidratadas, semillas, bagazo, entre otros. Por ser estos residuos ricos en fibra, los autores analizan principalmente ese aspecto, ya sea fibra dietética o fibra cruda. Por otro lado, también analizan aspectos sensoriales y de aceptabilidad general ya que son puntos importantes en el consumidor final y en su intención de compra.

El problema planteado fue:

¿Cuál será el efecto de tres sustituciones de salvado de avena por residuos de piña deshidratados (30, 60 y 90%) sobre el contenido de humedad, firmeza instrumental, fibra cruda y aceptabilidad general en una barra alimenticia a base de quinua?

Los objetivos fueron:

Evaluar el efecto de la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados sobre el contenido de humedad, firmeza instrumental, fibra cruda y aceptabilidad general en una barra alimenticia a base de quinua.

Determinar la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados que permita obtener la mejor humedad y firmeza instrumental, el mayor contenido de fibra cruda y la mayor aceptabilidad general en una barra alimenticia a base de quinua.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Piña

2.1.1. Generalidades

La piña es la planta más conocida de las 2 700 especies agrupadas en 56 géneros de la familia Bromeliaceae, es cultivada para alimento, su nombre científico es *Ananas comosus*, no presenta semilla, es una especie autoincompatible y se propaga vegetativamente por brotes laterales y el enraizado de las hojas que se encuentran por arriba del fruto. Su fruto es dulce y jugoso considerado como una infrutescencia estéril denominada baya (García y Serrano, 2005).

La piña es conocida como un alimento que ayuda a la digestión, debido a que contiene bromelina, una enzima que actúa sobre la proteína y es utilizada como ablandador de carne. La piña es un fruto que puede utilizarse para su consumo en fresco, jugos, mermelada, etc. (Basantes y Chasipanta, 2012).

2.1.2. Variedades

- **Roja trujillana.** Esta variedad es cultivada en la región de La Libertad y se caracteriza por presentar un porte de planta mediano, de hojas lisas sin espinas de color verde oscuro-rojizo, fruto de tamaño medio, de corona simple, de forma mayormente cilíndrica, con muchos bulbillos en la base del fruto con un peso que puede ser mayor de 2 kg/fruto. La piel a la madurez presenta una coloración rojiza muy atractiva, la pulpa es de color blanco crema y de buena consistencia, “ojos” de tamaño mediano y plano. Los sólidos solubles están alrededor de 12 °Brix, es ligeramente más ácida, la fruta soporta bien el almacenamiento y el transporte. La duración de la piña en anaquel es bastante larga (Briones, 2016).

- **Cayena Lisa.** Esta variedad es posiblemente originaria de Guayana, con un área de cultivo en permanente expansión dada sus posibilidades para la industrialización y la exportación como fruta fresca, de tamaño medio, la fruta tiene forma cilíndrica, ojos superficiales, corazón delgado y pulpa amarilla (Llanos, 2015).
- **Golden.** También llamada Amarilla, Dorada o MD2, es un cultivar híbrido derivado de la Cayena Lisa. La planta es de rápido crecimiento, ciclo más corto; rendimiento y de tamaño de la fruta altos. La fruta es muy dulce y jugosa, aunque más susceptible de daño mecánico (Basantes y Chasipanta, 2012).

2.1.3. Producción nacional de piña

En el territorio peruano se cultiva la piña en 13 regiones de las cuales el mayor productor se encuentra en la región Junín que en el 2015 tuvo una producción de 331.9 miles de t seguido por la región La Libertad con 23.8 miles de t, de esta manera, la región La Libertad se ubica como el mayor productor de piña en la costa. La producción de piña en el Perú del año 2011 al año 2015 fue de 400.4, 436.8, 448.9, 455.3 y 450.6 miles de t, respectivamente, argumentando de esta manera que la producción de piña se ha incrementado en los últimos años, beneficiando así la accesibilidad a esta fruta y su uso en procesos agroindustriales (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015).

2.1.4. Composición química y valor nutricional

La piña está compuesta en su mayor parte por agua como la mayoría de las frutas, seguido por los carbohidratos dentro de los cuales están incluidas las fibras dietética y cruda. La cantidad de proteínas y grasa es minoritaria, en comparación, con los antes mencionados. También contiene algunas vitaminas y minerales, entre los más importantes el calcio, fosforo y vitamina C (Basantes y Chasipanta, 2012). En el

Cuadro 1 se muestra la composición nutricional de la piña por 100 g de porción comestible.

Cuadro 1. Composición nutricional de la piña

Componentes	Cantidad (en 100 g)
Agua (g)	89.30
Proteínas (g)	0.40
Grasa total (g)	0.20
Carbohidratos totales (g)	9.80
Fibra cruda (g)	0.50
Fibra dietética (g)	1.40
Calcio (mg)	10.00
Fósforo (mg)	5.00
Vitamina C (mg)	19.90
Energía (kJ)	159.00

Fuente: Reyes y otros (2009) – Instituto Nacional de Salud

2.1.5. Aprovechamiento de residuos orgánicos de la agroindustria

La agroindustria es una actividad económica que combina el proceso productivo agrícola con el industrial para generar alimentos o materias primas semi-procesadas destinadas al mercado. También se dice que constituye una parte del sector industrial que se dedica a producir y/o transformar, almacenar y comercializar productos provenientes del campo. Entre los productos que se industrializan están: frutas, verduras, raíces, semillas, hojas, tubérculos y vainas; algunos se comercializan en fresco y otros son transformados en néctares, jugos, mermeladas, ensaladas, harinas, aceites, vinos, concentrados en polvo y conservas, por mencionar algunos. La tendencia mundial es el

notable crecimiento en la generación de residuos, derivado del incremento en la generación de productos comercializables (Saval, 2012).

La industria de procesamiento de frutas exóticas también produce un gran porcentaje de residuos o subproductos, tales como cáscaras, semillas y pulpa. Las frutas exóticas son ricas en compuestos bioactivos, fenoles, carotenoides, vitaminas y fibras y en la mayoría de los casos estos componentes se pueden encontrar en los subproductos de desecho, con la misma o incluso mayor cantidad. El tallo de piña es un residuo típico durante su procesamiento de piña y ha sido ampliamente utilizado para la extracción de bromelina, sin embargo, casi no se ha prestado atención a los residuos obtenidos durante la fabricación de bromelina. Algunos fitoquímicos importantes con bioactividades considerables se encontraron en estos desechos, lo que sugiere un uso prometedor como una fuente barata de uno de los ingredientes en las industrias basadas en alimentos funcionales (Mirabella y otros, 2013).

En el caso de la piña, tenemos como residuos la cáscara y el corazón que en el proceso productivo no son aprovechados. La cáscara de piña tiene 26.6% de materia seca, 6.9% de proteína cruda, 10.1% de celulosa, 5.8% de hemicelulosa, 7.8% de lignina y 5.2% de cenizas. El corazón de piña representa un 21.7% de materia seca, 2.1% de proteína cruda y 0.7% de cenizas (Lopez y otros, 2014).

2.2. Quinua

2.2.1. Generalidades

La quinua es una planta alimenticia de desarrollo anual, dicotiledónea que usualmente alcanza una altura de 1 a 3 m. Las hojas son anchas y polimorfas (diferentes formas en la misma planta). El tallo central

comprende hojas lobuladas y quebradizas. El tallo puede tener o no ramas, dependiendo de la variedad o densidad del sembrado. Las flores son pequeñas y carecen de pétalos. Son hermafroditas y generalmente se autofertilizan. El fruto es seco y mide aproximadamente 2 mm de diámetro (de 250 a 500 semillas/g), circundando al cáliz, el cual es del mismo color que el de la planta. La FAO ha catalogado a la quinua como uno de los alimentos que es fuente de solución a los graves problemas de la nutrición humana (Sierra exportadora, 2015).

2.2.2. Origen

La quinua es originaria de las orillas del lago Titicaca, habiéndose extendido por todo el altiplano además de valles interandinos y otras zonas. Ha ido adquiriendo diferentes adaptaciones y modificaciones de acuerdo al clima, suelos, precipitación pluvial, altitud, intensidad de domesticación y mejoramiento por los diferentes grupos humanos y culturas que las utilizaron (Mujica, 2017).

El siglo pasado, durante la colonia, el cultivo de esta especie y su consumo fue considerado en forma despectiva frente a otros granos como la cebada y el trigo; tratándosele como comida de “indios”, “serranos”, de la gente de “bajo nivel cultural” o para alimentar a pollos. Pero, en las comunidades campesinas, se continúa cultivando en sus chacras y es alimento principal en su dieta (Canahua y Mujica, 2013).

2.2.3. Variedades

Se encuentran las siguientes variedades de quinua:

- **Del altiplano.** Estas quinuas se hallan alrededor del lago Titicaca y son resistentes a las heladas. Las plantas son de porte bajo, carecen de ramas y tienen un corto periodo de crecimiento. Este grupo de quinuas también se encuentran en las pampas altas.

Entre las principales variedades se consideran Blanca de Juli, Kanccolla, Cheweca y Witulla (Agrobanco, 2012).

- **Amarilla sacaca.** Adaptación óptima en los pisos de valles interandinos de las regiones Cusco y Apurímac, entre los 2750 y 3650 msnm. Su consumo tradicional consiste en sopas, guisos, postres y bebidas, en la agroindustria se utiliza expandida, perlada, laminada y molienda (Apaza y otros, 2013).
- **Negra collana.** Se ubican en la zona agroecológica Suni del altiplano entre los 3800 y 3900 msnm, con clima frío seco, precipitación pluvial de 400 a 550 mm, con temperaturas entre 4 - 15 °C, en suelos de textura franco y franco arenoso con pH de 5.5 a 8.0. También se adapta a valles interandinos y a la costa peruana. Su consumo tradicional consiste en sopas, guisos, postres y bebidas, y en la agroindustria se utiliza perlada, laminada, molienda, expandida, extruida, tostada (FAO y otros, 2013).
- **Blanca de Juli:** Originaria de Juli, Puno, selección efectuada a partir del ecotipo local, semi-tardía, con 160 días de periodo vegetativo, planta de color verde, de tamaño mediano de 80 cm de altura, panoja intermedia, a la madurez la panoja adquiere un color muy claro blanquecino, de ahí su nombre, grano bien blanco, pequeño, semi-dulce, rendimiento que supera los 2300 kg/ha, relativamente resistente al frío, susceptible al mildiu y al granizo, excesivamente susceptible al exceso de agua. Se utiliza generalmente para la elaboración de harina (Chacchi, 2009).
- **Pasankalla:** Se ubica en la zona agroecológica suni del altiplano entre los 3800 y 3900 msnm, con clima frío seco, precipitación pluvial de 400 a 550 mm, con temperaturas entre 4 a 15 °C, en suelos de textura franco y franco arenoso con pH de 5.5 a 8.0. También se adapta a valles interandinos entre 2750 a 3750 msnm y en costa entre 640 y 1314 msnm, temperatura máxima entre 24 a 25 °C en suelos de textura franco arenoso. Su consumo

tradicional consiste en sopas, guisos, postres, panecillos y bebidas, en la agroindustria se utiliza expandida, perlada, laminada, molienda y extruida (FAO e INIA, 2013).

2.2.4. Valor nutricional

Cuadro 2. Composición nutricional de la quinua

Componentes	Cantidad (en 100 g)
Agua (g)	11.50
Proteínas (g)	13.60
Grasa total (g)	5.80
Carbohidratos totales (g)	66.60
Fibra cruda (g)	1.90
Fibra dietética (g)	5.90
Calcio (mg)	56.00
Fósforo (mg)	242.00
Hierro (mg)	7.50
Energía (kJ)	1434.00

Fuente: Reyes y otros (2009) – Instituto Nacional de Salud

La quinua está compuesta principalmente por carbohidratos, dentro de los cuales se encuentra la fibra cruda y dietética. También contiene proteínas que resaltan por su calidad. Las proteínas de quinua son principalmente del tipo albúmina y globulina. Estas, tienen una composición balanceada de aminoácidos esenciales parecida a la composición aminoacídica de la caseína, la proteína de la leche. Entre los minerales que encontramos en la quinua están el calcio, fósforo y hierro como los principales, entre otros en menor proporción (FAO, 2011). En el Cuadro 2 se muestra la composición nutricional de la quinua por 100 g de porción comestible.

2.2.5. Producción nacional de quinua

En el Perú, veinte de las veintiséis regiones producen quinua de las cuales los mayores productores son Puno y Arequipa las cuales en el 2015 tuvieron una producción de 38221 t y 22379 t, respectivamente. Mucho menor es la producción en La Libertad con 318 t de quinua en el año 2015. La producción de quinua en el Perú se ha visto favorecida ya que del año 2011 al 2015 se ha obtenido 41.2, 44.2, 52.1, 114.7 y 105.7 miles de t (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015).

La quinua en el Perú es usada para el consumo nacional pero a nivel internacional también ha tenido acogida generando que sea exportada a distintos países entre ellos Estados Unidos, Canadá, Países Bajos, etc. (Sierra Exportadora, 2015).

2.2.6. Usos e industrialización

Según Vasconez (2012), la quinua está ampliamente industrializada con la finalidad de darle valor agregado y además fomentar el consumo humano. Algunas de estos productos son:

- **Harina cruda.** En donde la quinua pasa por molienda hasta convertirse en polvo. También se le puede incrementar su valor nutricional agregándole vitaminas y minerales.
- **Harina tostada.** La quinua es cocida a una temperatura mayor a 100 °C. Se utiliza para hacer bebidas con agua o leche.
- **Harina instantánea:** Es harina de quinua pre-cocida en polvo, se disuelve en líquidos para su uso en bebidas instantáneas, postres y cremas.
- **Leche de quinua:** Se consigue con la cocción de la quinua en grano o harina.
- **Hojuelas:** Se aplastan los granos de quinua teniendo en consideración la conservación de sus propiedades.

- **Expandido de quinua:** Se obtiene por expansión brusca a altas temperaturas y descompresión violenta de la quinua perlada.

La quinua es utilizada también en la alimentación animal ya que la planta entera se usa como forraje verde. También se aprovechan los residuos de la cosecha para alimentar vacunos, ovinos, cerdos, caballos y aves (Apaza y otros, 2013).

Así también, las saponinas que se extraen de la quinua amarga se pueden utilizar en la industria farmacéutica, cuyo interés por aquello se basa en el efecto de inducir cambios en la permeabilidad intestinal, lo que puede colaborar en la absorción de medicinas particulares y en los efectos hipocolesterolémicos. Adicionalmente, se mencionan las propiedades de la saponina como antibiótico y para el control de hongos, entre otros atributos farmacológicos (Mujica, 2017)

2.3. Barra alimenticia

2.3.1. Generalidades

Las barras de cereales son productos obtenidos a partir de la compresión de los cereales tostados que pueden contener frutos secos, oleaginosas, semillas y jarabes de azúcar usados como agentes ligantes, se constituyen en una opción de comida saludable (Zenteno, 2014). Las barritas de cereales existentes en el mercado, fundamentalmente están elaboradas en base a maní, arroz y avena en sus diferentes presentaciones que pueden ser inflados, crocantes o arrollada como es el caso de la avena. También participan de la formulación frutas deshidratadas como manzana o frutilla, etc., dependiendo de los sabores ofrecidos. Pero además se utilizan una serie de productos químicos como aceite hidrogenado, edulcorantes y emulsionantes entre otros aditivos autorizados (Capella, 2016).

Las barras de cereales son un alimento popular y conveniente y, por lo tanto, tienen un formato de alimento ideal para consumir derivados de fruta, antioxidantes fenólicos y fibra (Sun-Waterhouse y otros, 2009).

Las barras de cereal son productos que pueden adecuarse a la mayoría de las metas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para dieta saludable: sustituir las grasas saturadas por insaturadas, eliminar los ácidos grasos trans, aumentar el consumo de granos enteros y frutos secos (Capella, 2016).

2.3.2. Valor nutricional

El valor nutricional de las barras de cereal es muy diferente entre unas y otras, pero en términos generales aportan cada 100 g: 60 a 80% de carbohidratos (por eso resultan tan energéticas), 3 a 24% de grasas, 4 a 15% de proteínas, 370 a 490 kcal y enriquecidas con vitaminas y minerales. Su contenido de humedad no debe superar el 15% (Ochoa, 2012).

El consumo de cereales, leguminosas, semillas y frutos secos en barras de cereales, nutritivas, energéticas o llamado barritas son benéficos para la salud ya que el cereal cubre las deficiencias de aminoácidos azufrados de la leguminosa y ésta cubre la deficiencia de lisina o triptófano del cereal además son una buena fuente de fibra dietética, ricos en omegas 3 y 9 debido a las semillas, y la mezcla de un grupo de estos componentes en barras forman un complemento nutricional (Zenteno, 2014).

Uno de los factores que llevó a los consumidores a mejorar la aceptabilidad con respecto a la barra de cereal fue su considerable contenido de fibra alimentaria. La fibra alimenticia es un término general para diferentes tipos de carbohidratos derivados de la pared celular de

las plantas que no son hidrolizados por las enzimas digestivas ni absorbidas por el intestino humano (Leite, 2013).

2.4. Análisis sensorial

Marroquin (2012) menciona que los especialistas clasifican a las pruebas en afectivas: orientadas al consumidor y analíticas orientadas al producto.

Pruebas orientadas al consumidor: evalúan la preferencia, aceptabilidad, o grado en que gustan los productos alimentarios. Las pruebas de mayor interés al estudio son: pruebas de preferencia, aceptabilidad y hedónicas.

- **Pruebas de preferencia:** Permiten seleccionar al consumidor entre varias muestras, indicando si prefieren una sobre la otra muestra.
- **Pruebas de aceptabilidad:** Determinan el grado de aceptación de un producto por parte del consumidor, con esta prueba se pueden usar escalas categorizadas, pruebas de ordenamiento y pruebas de comparación pareada.
- **Pruebas hedónicas:** Miden el grado en que agrada o desagrada el producto. La escala se extiende desde extremadamente agradable hasta muy desagradable o bien, me gusta, me gusta mucho, me disgusta hasta me disgusta muchísimo. Los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra escogiendo la categoría adecuada.

2.5. Fibra dietética

2.5.1. Generalidades

El término fibra dietética fue usado por primera vez por Hipsley en 1953, para describir a los componentes de la pared celular de los vegetales que no son digeridos por el ser humano (Gonzáles, 2013).

La fibra dietética está formada por polímeros de carbohidratos y polisacáridos no amiláceos que son los principales componentes de las paredes de las células vegetales. Éstos incluyen a la celulosa, las hemicelulosas, los hemiglucanos y las pectinas, así como otros polisacáridos provenientes de vegetales y algas, como las gomas y los mucílagos. Otros componentes incluidos son los polisacáridos de reserva no digeribles, como la inulina y el almidón resistente, además incluyen sustancias asociadas, como la lignina, y otras sustancias extraídas con los polisacáridos y los oligosacáridos en los métodos analíticos de la fibra (Gray, 2006)

Cerca del 75% de la fibra dietética en los alimentos está presente en la forma de fibra insoluble, sin embargo, la mayoría de las fuentes de fibra en la actualidad son mezclas de ambas fibras, insolubles y soluble (Matos y Chambilla, 2010).

2.5.2. Clasificación

Según Baena y García (2012), la fibra dietética se clasifica soluble e insoluble, la cual se basa en la separación química manteniendo condiciones controladas de pH y enzimas:

- **Soluble:** En contacto con el agua forman un retículo donde queda atrapada generando solución de alta viscosidad. Está compuesta por pectinas, gomas, mucílagos y algunas hemicelulosas.

- **Insoluble:** Son capaces de retener agua en su estructura formando mezclas de baja viscosidad. Está compuesta por celulosa, hemicelulosa y lignina.

En el boletín de Alimentación Sana (2015) se menciona que la fibra se puede clasificar por su composición en:

- **Fibra verdadera o vegetal:** Está integrada por los componentes de la pared celular de las plantas, como son la celulosa, la hemicelulosa y la lignina.
- **Fibra dietética total:** Incluye a la totalidad de todos los compuestos, fibrosos o no, que no son digeribles por las enzimas del intestino humano.
- **Fibra bruta o cruda:** Es el residuo libre de cenizas que resulta de la digestión en caliente con ácidos y bases fuertes. Constituye el 20-50% de la fibra dietética total. Es un concepto más químico que biológico.

2.5.3. Propiedades

Según Cedeño y Zambrano (2014), las principales propiedades de la fibra dietética son las siguientes:

- **Capacidad de retención de agua:** Expresa la cantidad máxima de agua que puede ser retenida por gramo de material seco. Los factores influyentes son el tamaño de partícula, el pH y la fuerza iónica.
- **Capacidad de retención de aceite:** Es la máxima cantidad de aceite que puede ser retenida por gramo de material seco en presencia de un exceso de aceite bajo la acción de la fuerza.
- **Capacidad de hinchamiento:** Es la capacidad del producto de aumentar su volumen en presencia de exceso de agua.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales se realizaron en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos y los análisis en el Laboratorio de Ciencia de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2 Materiales, insumos y reactivos

Materia prima

- Residuos de piña: cáscara y corazón de la variedad Golden, obtenidos de la sección juguerías del Mercado Zonal Palermo, del distrito de Trujillo.
- Copos de quinua, kiwicha, y arroz procedentes del Mercado Zonal Palermo del distrito de Trujillo, sección cereal y frutos secos.
- Salvado de avena, marca Grano de Oro.
- Pasas y ajonjolí, procedentes del Mercado Zonal Palermo del distrito de Trujillo, sección cereales y frutos secos.

Insumos

- Maltodextrina, marca Food Chem.
- Lecitina de soya, marca Lecipan.
- Gelatina hidrolizada, marca Rousselot.
- Ácido cítrico, marca RZBC.
- Glucosa, marca Luzhou Bio-Chem Technology.
- Esencia de vainilla, marca Su Man.
- Azúcar invertido: Se calentó agua (30%) hasta 50 °C y se añadió azúcar (70%). A los 80 °C se agregó ácido cítrico (2 g). Se enfrió hasta 65 °C y se agregó bicarbonato de sodio (3 g) disuelto en agua, formando espuma. Se enfrió y conservó a temperatura ambiente.

Reactivos

- Ácido sulfúrico, H_2SO_4 (1.25%)
- Hidróxido de sodio, NaOH (1.25%)

3.3 Equipos e instrumentos

- Cocina eléctrica. Marca Selecta. Con regulación de temperatura. Rango 1000 – 1500 W.
- Estufa de laboratorio, marca MMM Group, modelo Venticell 111, Capacidad 111 L, rango de temperatura de: 10 a 250 °C.
- Refractómetro de mano. Marca Atago. Rango de 60 – 90% de sólidos solubles.
- Texturómetro Instron, Modelo 3342. Capacidad 50 N, velocidad 2 mm/s.
- Deshidratador de bandejas (solar-eléctrico). Capacidad 30 kg/batch.
- Mufla. Marca Barnstead. Modelo 1400 Furnace. Rango 100 a 1100 °C.
- Balanza analítica, marca Mettler-Toledo, modelo AB204, capacidad 210 g, aprox. 0.0001 g.
- Balanza semianalítica. Marca Ohaus. Capacidad 600 g, aprox. 0.01 g.
- Termómetro digital. Marca Multidigital. Rango de 50 a 200 °C. Precisión ± 0.01 °C.

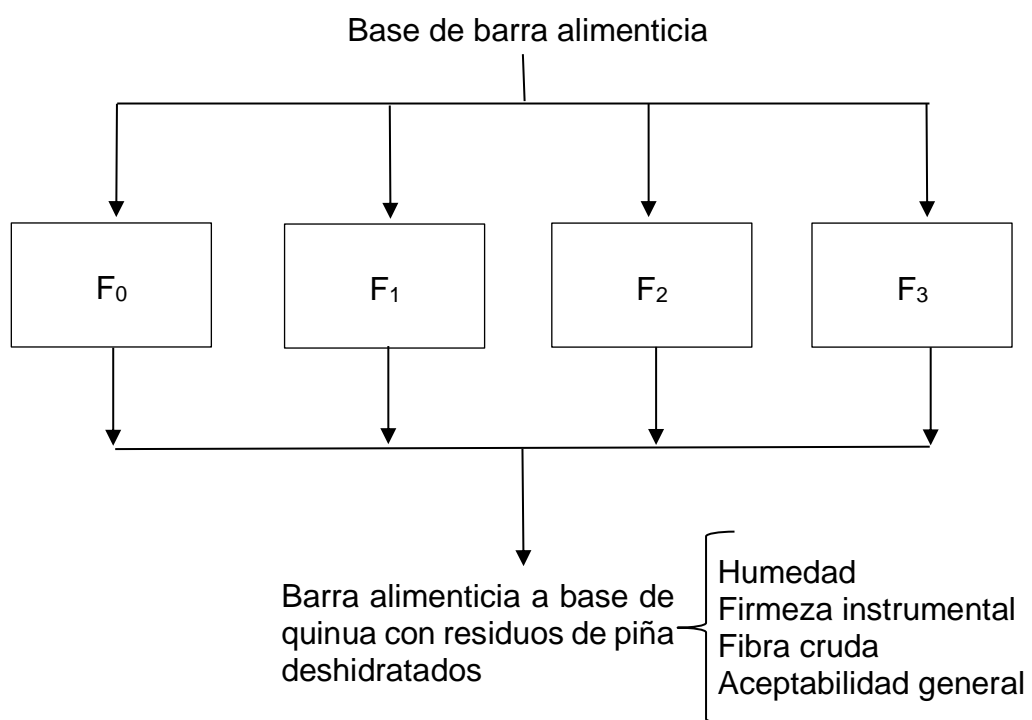
3.4 Otros materiales

- Ollas de acero inoxidable (Capacidad: 5 L)
- Molde metálico 30 cm x 27 cm x 1.5 cm
- Bolsas de polipropileno
- Papel filtro. Whatman 110 mm, N.º 4
- Vaso de precipitación de 500 y 1000 mL

3.5 Método experimental

3.5.1 Esquema experimental

En la Figura 1, se muestra el esquema experimental. La variable independiente fue la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados (30, 60, 90%); las variables dependientes, humedad, firmeza instrumental, fibra cruda y la aceptabilidad general.



Donde:

F₀: Sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados, 0%

F₁: Sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados, 30%

F₂: Sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados, 60%

F₃: Sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados, 90%

Figura 1. Esquema experimental para la evaluación de las barras alimenticias a base de quinua con residuos de piña deshidratados

3.5.2 Formulación de las barras alimenticias de quinua

En el Cuadro 3, se presenta la formulación base para la elaboración de barras alimenticias a base de quinua, en las cuales se sustituyó porcentajes de salvado de avena por residuos de piña deshidratados (70% de cáscara de piña deshidratada en polvo y 30% de corazón deshidratado de piña) para los tratamientos.

Cuadro 3. Formulación para elaboración de barras alimenticias

Ingredientes		Formulación (%)			
		F ₀	F ₁	F ₂	F ₃
Ingredientes secos 70%	Copos de quinua	18.00	18.00	18.00	18.00
	Salvado de avena	15.00	10.50	6.00	1.50
	Residuos de piña	0.00	4.50	9.00	13.50
	Copos de kiwicha	12.00	12.00	12.00	12.00
	Copos de arroz	6.00	6.00	6.00	6.00
	Ajonjolí	5.00	5.00	5.00	5.00
	Pasas	3.00	3.00	3.00	3.00
	Maltodextrina	7.00	7.00	7.00	7.00
	Lecitina de soya	0.20	0.20	0.20	0.20
	Gelatina hidrolizada	3.70	3.70	3.70	3.70
	Ácido cítrico	0.04	0.04	0.04	0.04
	Aroma de vainilla	0.06	0.06	0.06	0.06
Agente ligante 30%	Glucosa	15.00	15.00	15.00	15.00
	Azúcar invertida	15.00	15.00	15.00	15.00
Total		100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Esquivel (2016).

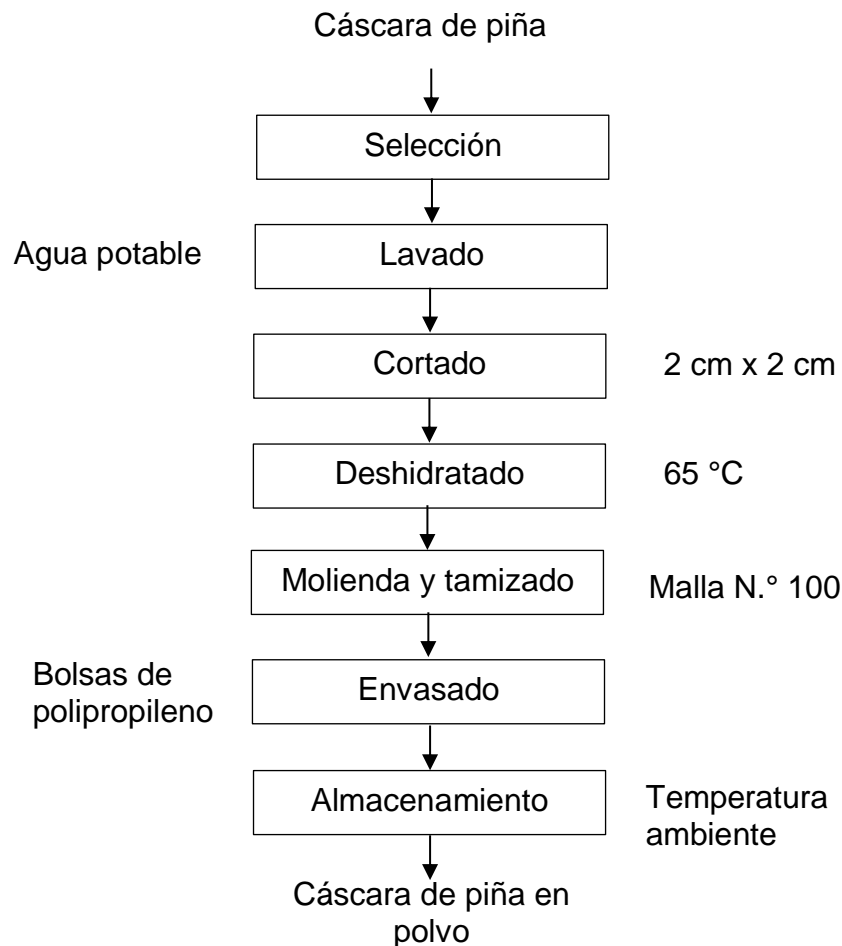


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de cáscara de piña deshidratados en polvo

3.5.3. Procedimiento experimental de elaboración de residuos de piña deshidratados

En la Figura 2, se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de cáscara de piña deshidratados en polvo (Garcéz, 2008). A continuación se presentan la descripción del flujograma:

Selección. Se escogió la cáscara en buen estado y se retiró las partes con algún daño físico o microbiológico.

Lavado. Se utilizó agua potable para remover las impurezas externas.

Cortado. Se cortó la cáscara en trozos de 2 cm x 2 cm para facilitar el deshidratado.

Deshidratado. Se realizó en deshidratador de bandejas a 65 °C hasta alcanzar 6% de humedad (Garcêz, 2008; Esquivel, 2016).

Molienda y tamizado. Se realizó en un molino de martillos hasta obtener un polvo homogéneo. Se tamizó en una malla Tyler N.º 100 (150 µm).

Envasado. Se efectuó en bolsas de polipropileno y se selló para evitar la entrada de oxígeno y humedad.

Almacenamiento. Se almacenó a temperatura ambiente, en un lugar seco y oscuro.

En la Figura 3 se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de corazón de piña deshidratado (Hernández y otros, 2014).

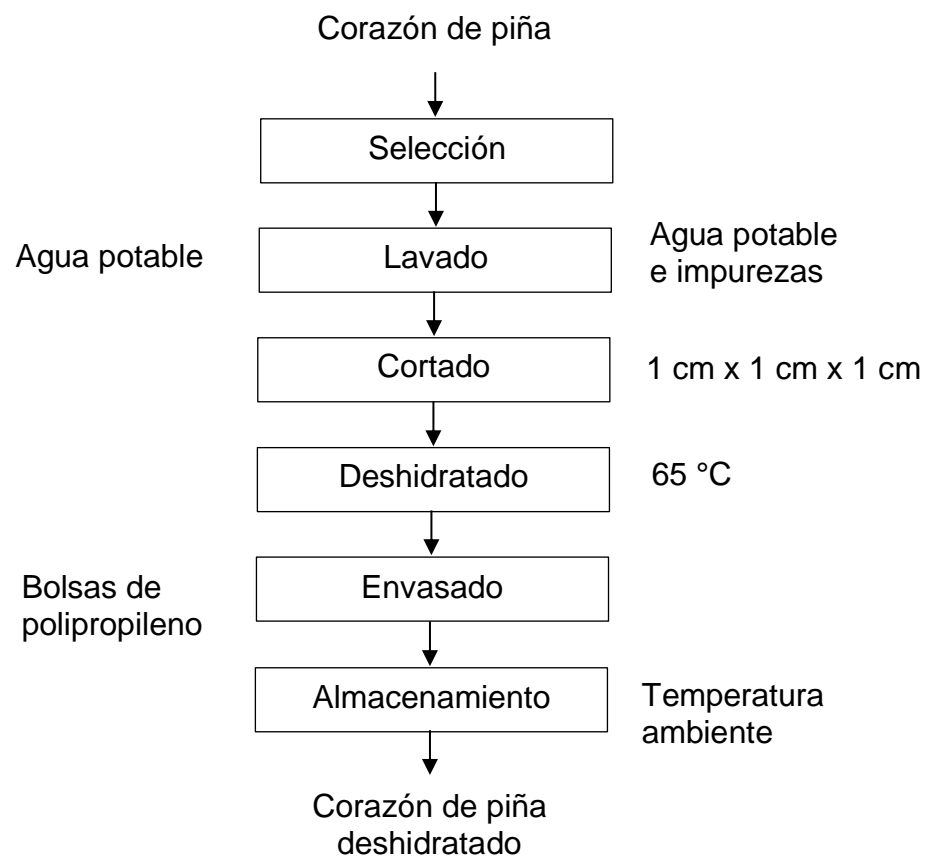


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de corazón de piña deshidratado

A continuación se describe el flujograma de la obtención de corazón de piña deshidratado:

Selección. Se eligieron los corazones sanos y libres de podredumbre.

Lavado. Se lavó con agua potable para retirar restos ajenos al corazón de piña.

Cortado. Se cortó en cubos de 1 cm de arista para facilitar el deshidratado.

Deshidratado. Se realizó en deshidratador de bandejas a 65 °C hasta alcanzar 6% de humedad.

Envasado. Se envasó en bolsas de polipropileno y se selló para evitar la entrada de oxígeno y humedad.

Almacenamiento. Se almacenó a temperatura ambiente, en un lugar seco y oscuro.

3.5.4. Procedimiento experimental para la elaboración de barras alimenticias con residuos de piña deshidratados

En la Figura 4, se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de la barra alimenticia con residuos de piña deshidratados (Esquivel, 2016).

A continuación se describe cada uno de los procesos del diagrama:

Recepción. Se recibió la materia prima e insumos necesarios para la elaboración de la barra alimenticia. La cáscara de piña deshidratada en polvo y el corazón de piña deshidratado se retiraron de sus envases de almacenamiento.

Selección y limpieza. Se retiraron los componentes que estaban en mal estado o no apto para el consumo.

Pesado. Se pesó cada ingrediente de acuerdo con lo descrito en el Cuadro 3.

Mezclado. Se preparó un jarabe en ebullición a través de la disolución de glucosa y azúcar invertido hasta una concentración de 82 °Brix. El jarabe se vertió poco a poco en el recipiente que contiene los

ingredientes secos de las formulaciones y los residuos de piña deshidratados en una proporción de 70:30 (cáscara de piña:corazón de piña), respectivamente. Se mezcló hasta obtener una masa uniforme y moldeable. Todos los ingredientes quedaron cubiertos por el jarabe.

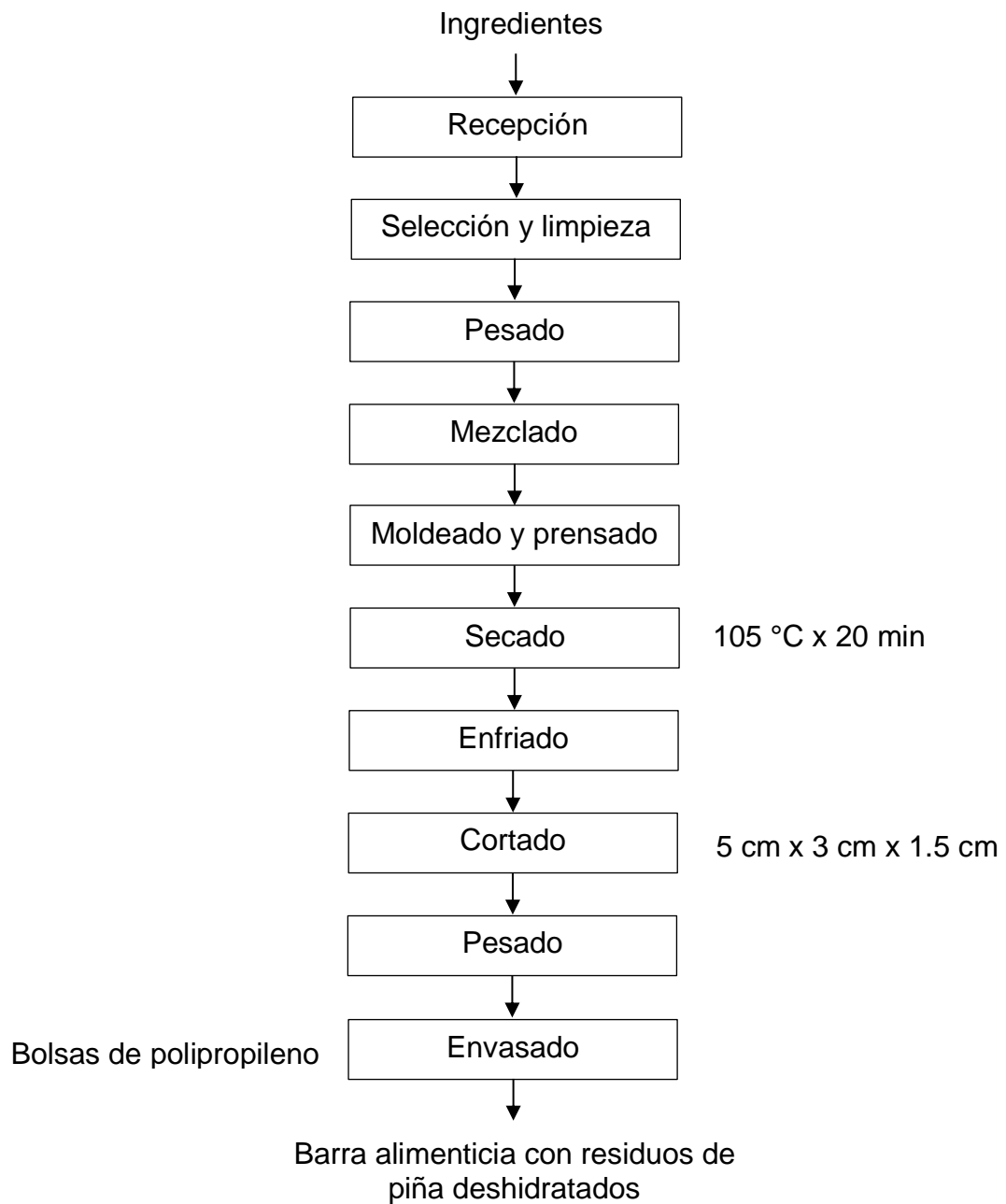


Figura 4. Diagrama de flujo para la elaboración de barra alimenticia con residuos de piña deshidratados

Moldeado y prensado. Se vertió la mezcla en un recipiente de acero y se prensó con la finalidad de no dejar espacios vacíos.

Secado. El molde se llevó a la estufa a 105 °C por 20 min.

Enfriado. Se retiró con cuidado el molde de la estufa y se dejó enfriar a temperatura ambiente.

Cortado. Se cortó en barras individuales de 5 cm x 3 cm x 1.5 cm.

Pesado. Se pesaron las barras individualmente, reportándose valores aproximados de 22 ± 1 g.

Envasado. Se envasó en bolsas de polipropileno rotulando de acuerdo con el tratamiento.

3.6 Métodos de análisis

3.6.1. Humedad

El contenido de humedad se determinó de acuerdo con el método para alimentos azucarados señalado por FAO (2011). Este método consistió en secar la muestra en una estufa a 60 °C hasta peso constante.

3.6.2. Firmeza instrumental

La firmeza se determinó de manera instrumental, con un texturómetro Instron Modelo 3342, se midió la fuerza máxima presentada antes de la ruptura o flujo del material que se expresó en Newtons (N). En cada tratamiento se realizó la prueba cuatro veces, reportándose el promedio de los valores. La prueba se realizó con un punzón tipo guillotina, a una velocidad de 0.2 mm/s (Esquivel, 2016).

3.6.3. Fibra cruda

Para determinar fibra cruda se utilizó el método de digestión ácida y digestión alcalina (AOAC, 1997). Para este análisis se procedió colocando en un vaso de precipitado 2 g de muestra y se agregó 200 mL H₂SO₄ al 1.25%, se dejó hervir por 30 min, luego de los cuales se

filtró y lavó con agua destilada caliente. Se agregó 200 mL de NaOH al 1.25% y se hirvió por 0.5 h. Terminado este tiempo, se filtró y se lavó con agua destilada caliente. Luego se llevó a la estufa a 130 °C por 2 h, al cabo de las cuales se enfrió y pesó, los restos secos se colocaron en la mufla por 3 h a una temperatura de 600 °C para eliminar la materia orgánica y obtener las cenizas. Se pesó nuevamente para obtener así el valor de las cenizas.

La determinación de la cantidad de fibra cruda se realizó por diferencia de peso:

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{(P_s - P_c)}{M}$$

En donde:

Ps: peso, en g, del residuo seco a 130 °C

Pc: peso, en g, de las cenizas

M: peso, en g, de la muestra

3.6.4. Aceptabilidad general

Se utilizó una escala hedónica de nueve puntos (González y otros, 2014) en la cual se hizo una lista ordenada de posibles respuestas en base a los distintos grados de satisfacción equilibradas alrededor de un punto neutro. Se trabajó con 30 panelistas no entrenados, consumidores de barras alimenticias o de productos similares a base de cereales. A cada uno se le proporcionó 5 g de muestra de cada formulación debidamente rotuladas, luego el panelista marcó la respuesta que mejor reflejó su aceptación. La escala de nueve puntos fue desde 1 (Me disgusta muchísimo), pasando por 5 que es el punto neutro (no me gusta ni me disgusta) hasta 9 (me gusta muchísimo). En la Figura 5, se presenta la ficha de evaluación de aceptabilidad general aplicada a las barras alimenticias.

3.6.5. Métodos estadísticos

El método estadístico correspondió a un arreglo unifactorial con 4 repeticiones. Para el contenido de fibra cruda, humedad y firmeza se empleó la prueba de Levene modificada para determinar la homogeneidad de varianzas, posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANVA) y a continuación, al existir diferencias significativas ($p < 0.05$) se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan con la que se determinó mejor tratamiento. La aceptabilidad general se evaluó mediante las pruebas no paramétricas de Friedman y Wilcoxon (datos relacionados).

Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95%. Los datos se procesaron con el paquete estadístico SPSS versión 22 (Statistical Package for Tthe Social Sciences).

Panelista:		Fecha:			
Producto:		Barras alimenticia a base de quinua			
A continuación se muestran 4 barras alimenticia con diferentes formulaciones					
Pruebe las muestras asignadas y luego marque la opción que más se acerque a su grado de satisfacción					
Escala	123	Muestras	345	567	678
Me gusta muchísimo	_____		_____	_____	_____
Me gusta mucho	_____		_____	_____	_____
Me gusta bastante	_____		_____	_____	_____
Me gusta ligeramente	_____		_____	_____	_____
No me gusta ni me disgusta	_____		_____	_____	_____
Me disgusta ligeramente	_____		_____	_____	_____
Me disgusta bastante	_____		_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____		_____	_____	_____
Me disgusta muchísimo	_____		_____	_____	_____
Comentarios	_____				

Figura 5. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general en barras alimenticias con residuos de piña deshidratados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Efecto de la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados sobre la humedad en una barra alimenticia a base de quinua

En la Figura 6, se muestra el contenido de humedad en las barras alimenticias, observándose un aumento de la variable en la medida que se incrementó la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados. Los valores de humedad aumentaron de 6.54 a 7.13%. Los resultados completos de la variable se muestran en el Anexo 1.

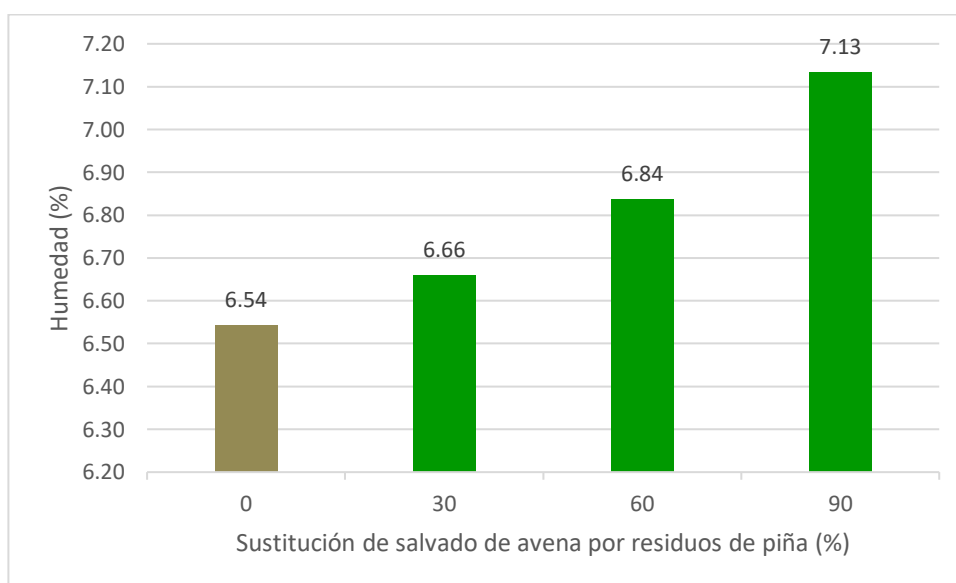


Figura 6. Humedad en función de la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados en una barra alimenticia a base de quinua

Zamora y otros (2014) afirman que el comportamiento de la humedad en barras alimenticias se debe al efecto sinérgico de la fibra que tiende a unir moléculas de agua y a retenerlas durante el calentamiento (secado).

Silva y otros (2014) analizaron sus formulaciones de barras de cereales a base de harina de calabaza a distintas concentraciones y granulometría, diferenciándose la harina de calabaza PSF1 (granulometría media) y PSF2 (granulometría gruesa). Las formulaciones de mejor aceptación fueron la CB1 (25% de avena marrón y 0% de PSF), CB2 (12.5% de avena marrón y 12.5% de PSF1) y CB5 (0% de avena marrón y 25% de PSF2) teniendo como resultados de humedad 9.92, 11.45 y 8.6%, respectivamente.

Bonicontró y Haddad (2012) elaboraron barras de cereales con sustitución parcial de avena por harina de cáscara de maracuyá en la cual evaluaron una formulación control y dos formulaciones con sustitución de 15 y 25%; en el análisis se observó que la humedad aumentó cuando se incrementó la cantidad de harina de cáscara de maracuyá, reportando valores de 11.42% en la formulación patrón, 13.09% en la sustitución 15% y 18.03% en la sustitución de al 25%.

En el Cuadro 4, se muestra la prueba de Levene modificada aplicada al contenido de humedad en las barras alimenticias a base de quinua con sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados.

Cuadro 4. Prueba de Levene modificada aplicada a la humedad en barras alimenticias a base de quinua

Variable	Estadístico de Levene	p
Humedad (%)	1.526	0.258

Esta prueba indicó que existió homogeneidad de varianza ($p > 0.05$), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza.

En el Cuadro 5, se muestra el análisis de varianza para el contenido de humedad de las barras alimenticias a base de quinua con sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados, en el que da como resultado que hubo efecto significativo ($p < 0.05$), por lo cual se procedió a realizar la prueba de Duncan para determinar cuál es el tratamiento más favorable en esta variable.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la humedad en barras alimenticias a base de quinua

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Humedad	Sustitución	0.790	3	0.263	4.258	0.029
	Error	0.743	12	0.062		
	Total	1.533	15			

Silva y otros (2014) indicaron que en las barras de cereales con harina de harina de calabaza a diferente granulometría como fuente de fibra denotaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el contenido de humedad.

En el Cuadro 6, se presenta la prueba de Duncan aplicada a la humedad en barras alimenticias, indico diferencia significativa entre los tratamientos formando dos subgrupos. En el subgrupo 1, se presentan los tratamientos de sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados al 30 y 60% con valores de 6.66 y 6.84%; respectivamente, considerándose estos como los mejores por tener un valor similar al producto comercial rico en fibra a base de cereales con ajonjolí, kiwicha, sachá inchi y chía que presentó un valor de 5.66% de humedad.

Cuadro 6. Prueba de Duncan para la humedad en barras alimenticias a base de quinua

Sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados (%)	Subgrupo	
	1	2
0	6.54	
30	6.66	
60	6.84	6.84
90		7.13

4.2 Efecto de la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados sobre la firmeza instrumental en una barra alimenticia a base de quinua

En la Figura 7, se muestran los valores de firmeza instrumental en las barras alimenticias, observándose el incremento de la variable con el aumento de sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados. Los valores aumentaron de 10 a 17.48 N. Los resultados completos de la variable se muestran en el Anexo 3.

La cáscara de piña contiene lignina en 7.8% de su masa seca (López y otros, 2014). Así mismo, Matos y Chambilla (2010) mencionan que la lignina es un componente de la fibra dietética que imparte rigidez y dureza a las paredes celulares de la cáscara. Por esta razón, el incremento de sustitución de residuos de piña por salvado de avena da mayor firmeza instrumental a la barra alimenticia.

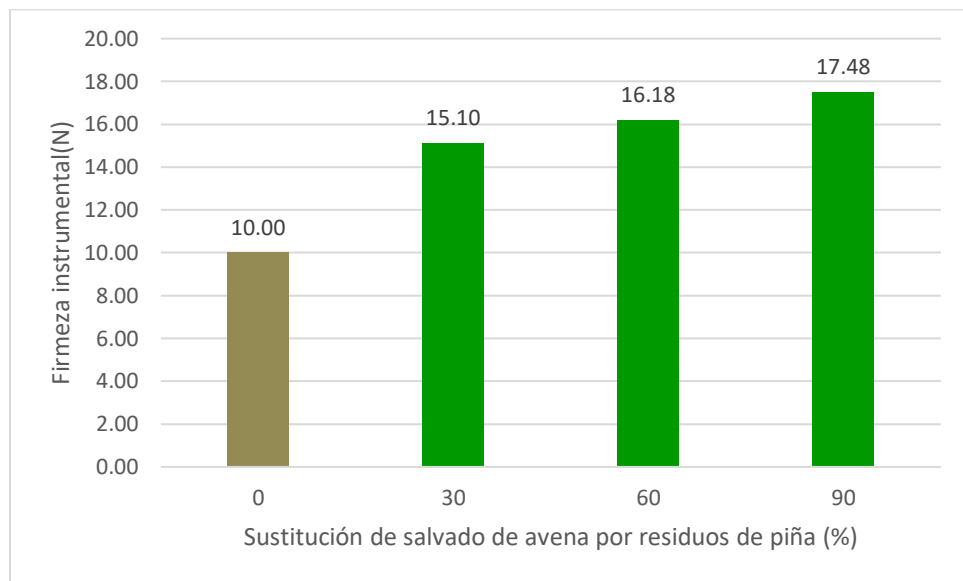


Figura 7. Firmeza instrumental en función de la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados en una barra alimenticia a base de quinua

En el Cuadro 7, se muestra la prueba de Levene modificada para la firmeza instrumental en barras alimenticias a base de quinua con sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados, donde se observa que existió homogeneidad de varianza ($p > 0.05$) por lo que posteriormente se realizó el análisis de varianza y la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 7. Prueba de Levene modificada aplicada a la firmeza en barras alimenticias a base de quinua

Variable	Estadístico de Levene	p
Firmeza	1.085	0.393

Esquivel (2016) elaboró barras de quinua con sustitución de salvado de avena por cáscara de mango deshidratado (33,3, 66.6 y 100%),

obteniendo un comportamiento similar a nuestros resultados con valores de 21.34, 22.13 y 24.30 N; respectivamente.

En el Cuadro 8, se presenta el análisis de varianza demostró que la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados produjo efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la firmeza instrumental de las barras alimenticias.

Cuadro 8. Análisis de varianza para la firmeza instrumental en barras alimenticias a base de quinua

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Firmeza instrumental	Sustitución	128.687	3	42.896	10.617	0.001
	Error	48.484	12	4.040		
	Total	177.172	15			

Esquivel (2016) determinó efecto significativo ($p < 0.05$) de la sustitución de salvado de avena por cáscara de mango deshidratado sobre la firmeza instrumental en barras alimenticias a base de quinua.

En el Cuadro 9, se presenta la prueba de Duncan aplicada a la firmeza instrumental en barras alimenticias, dio como resultado la formación de dos subgrupos. En el subgrupo 2 se presentan los tratamientos de sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados al 30, 60 y 90% con valores de 15.10, 16.18 y 17.48 N; respectivamente, pudiendo considerarse los mejores en firmeza por tener valores similares a los productos comerciales ricos en fibra: barra de cereales con ajonjolí (16.29 N) y barra de cereales con semillas de girasol (19.65 N).

Cuadro 9. Prueba de Duncan aplicada a la firmeza instrumentales en barras alimenticias a base de quinua

Sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados (%)	Subgrupo	
	1	2
0	10.00	
30		15.10
60		16.18
90		17.48

4.3 Efecto de la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados sobre la fibra cruda en una barra alimenticia a base de quinua

En la Figura 8, se muestra el contenido de fibra cruda en las barras alimenticias, observándose que este incrementó con el aumento de sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados. Los valores de fibra cruda aumentaron de 4.95 a 8.51%. Los resultados completos de esta variable se muestran en el Anexo 2.

Este comportamiento se puede explicar a que la cáscara de piña presenta un importante contenido de celulosa (10.1% en masa seca), hemicelulosa (5.8% en masa seca) y lignina correspondiente a la fibra dietética insoluble (López y otros, 2014).

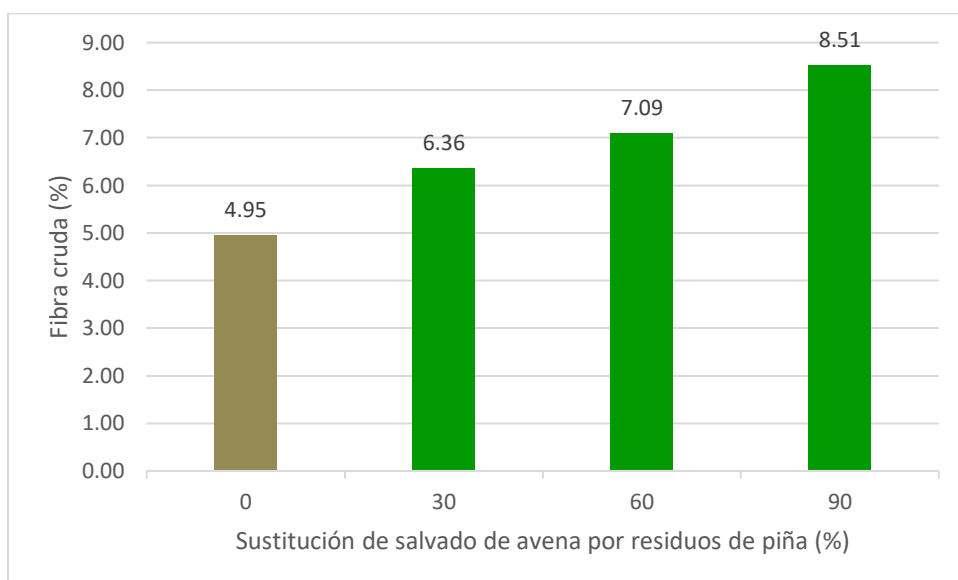


Figura 8. Fibra cruda en función de la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados en una barra alimenticia a base de quinua

Esquivel (2016) elaboró barras de quinua con sustitución de salvado de avena por cáscara de mango deshidratado (33.3, 66.6 y 100%), presentando tendencia similar a nuestros resultados con valores de fibra cruda de 3.85, 4.64 y 6.26%, respectivamente.

Llamas y otros (2014) elaboraron una barra alimenticia con alta concentración de fibra. Trabajaron en la sustitución de harina de trigo por corazón de piña deshidratado en polvo (0, 10 y 15%), luego se analizó la composición química de las barras energéticas. Se determinó que el contenido de fibra cruda aumentó de 0 a 4.3%.

En el Cuadro 10, se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a la fibra cruda en barras alimenticias donde se observa que existió homogeneidad de varianza ($p > 0.05$), por esta razón se realizó el análisis de varianza y la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 10. Prueba de Levene modificada aplicada a la fibra cruda en barras alimenticias a base de quinua

Variable	Estadístico de Levene	p
Fibra cruda (%)	3.404	0.053

En el Cuadro 11, se presenta el análisis de varianza se muestra en el Cuadro 8, demostrándose que la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el contenido de fibra cruda en las barras alimenticias.

Cuadro 11. Análisis de varianza para la fibra cruda en barras alimenticias a base de quinua

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Fibra cruda (%)	Sustitución	26.489	3	8.830	21.638	0.000
	Error	4.897	12	0.408		
	Total	31.385	15			

Esquivel (2016) determinó efecto significativo ($p < 0.05$) de la sustitución de salvado de avena por cáscara de mango deshidratado sobre el contenido de fibra cruda en la elaboración de barras alimenticias a base de quinua.

En el Cuadro 12, se presenta la prueba de Duncan aplicada al contenido de fibra cruda en barras alimenticias, indicando diferencia significativa entre los tratamientos formando tres subgrupos. Así

mismo, en el subgrupo tres se encuentra que el tratamiento que presentó mayor valor fue la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados al 90% con 8.51%.

Cuadro 12. Prueba de Duncan para la fibra en barras alimenticias a base de quinua

Sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados (%)	Subgrupo		
	1	2	3
0	4.95		
30		6.36	
60		7.09	
90			8.51

4.4 Efecto de la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados sobre la aceptabilidad general en una barra alimenticia a base de quinua

En la Figura 9, se muestra el promedio de resultados de la prueba de aceptabilidad obtenido para cada uno de los tratamientos en donde la mayor calificación obtuvo la sustitución al 30% de salvado de avena por residuos de piña deshidratados con 7.33 puntos, seguido por la sustitución al 60% con 6.78 puntos. Los resultados completos obtenidos en la prueba de aceptabilidad general se muestran en el Anexo 4.

Los panelistas indicaron que las barras que más les agradaron fueron aquellas que se percibieron suaves y blandas a la masticación, lo cual se relaciona directamente con la firmeza que mostró un menor valor en la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados

al 30%. Así mismo, en relación al sabor, mencionaron que les agrado el sabor sutil a piña que brindaba los residuos de piña deshidratados a la barra con menor sustitución. También acotaron que en la barra con mayor sustitución se sintió un sabor residual amargo.

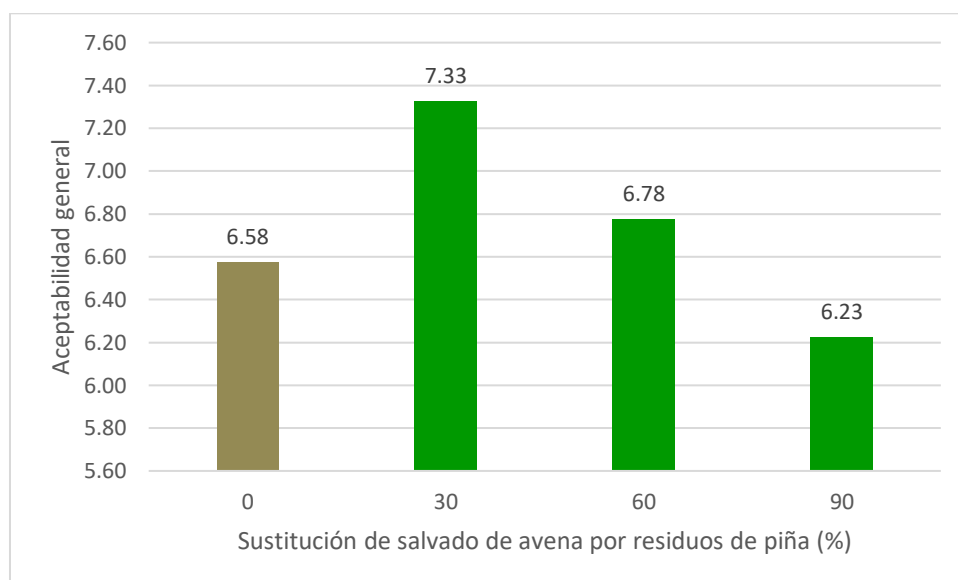


Figura 9. Aceptabilidad general en función de la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados en una barra alimenticia a base de quinua

Klajn y Piovesana (2013) elaboraron barras de cereales a base de avena en copos en donde sustituían uva pasa por bagazo de uva teniendo 3 formulaciones: A (control), B (50% de sustitución) y C (100% de sustitución). Los puntajes recibidos para las formulaciones A, B y C fueron de 4.86, 5.15 y 4.29, respectivamente. La formulación con mayor aceptación fue la B (50%) que fue la menor sustitución propuesta.

En el Cuadro 13, se muestra la prueba de Friedman para aceptabilidad general en barras alimenticias, en donde se reportó que la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados produjo una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las muestras analizadas. Del

mismo modo, se obtuvo que la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados al 30% produjo el mayor rango promedio de 3.24 y la moda de 7 puntos correspondiente a una percepción “me gusta bastante”. Klajn y Piovesana (2013) elaboraron barras de cereales a base de avena en copos en donde sustituyeron uva pasa por bagazo de uva, reportando diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las formulaciones.

Cuadro 13. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general en barras alimenticias a base de quinua

Residuos de piña	Rango promedio	Moda
0	2.34	6
30	3.24	7
60	2.51	6
90	1.91	5
Chi-cuadrado		25.55
p		0.00

Rebelo (2009) formuló barras de cereal a base de harina de avena y copos de arroz, añadiendo semillas de jaca cocidas en concentraciones de 5, 10 y 15% para cada una, considerándose además una muestra control. Las pruebas sensoriales determinaron que la mejor puntuación fue para la barra con 5% de semilla de jaca cocida con 7.17 puntos, luego la de 10% de semilla de jaca cocida con 7.10 puntos y finalmente la de 15% de semilla de jaca cocida con 6.97 puntos.

En el Cuadro 14, se presenta la prueba de Wilcoxon que es utilizada para adquirir información complementaria a la prueba de Friedman cuando esta es significativa. Para esta prueba se comparó la barra alimenticia de mayor aceptación según la prueba de Friedman (30% de

sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados) frente a los demás tratamientos, concluyendo que este fue estadísticamente diferente a todos los demás. De esta manera, se confirma que la sustitución al 30% fue la mejor tratamiento en el aspecto sensorial.

Cuadro 14. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general en barras alimenticias a base de quinua

Residuos de piña		p
30	0	0.001
	60	0.008
	90	0.000

V. CONCLUSIONES

La sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratado produjo efecto significativo ($p<0.05$) sobre el contenido de humedad, firmeza, fibra cruda, y aceptabilidad general en las barras alimenticias a base de quinua.

La sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados al 30% es considerada el mejor tratamiento ya que presenta la mejor humedad (6.66%) y firmeza instrumental (15.10%), alto contenido de fibra cruda (8.51%) y la mayor aceptabilidad general (7.33 puntos) en barras alimenticias a base de quinua.

VI. RECOMENDACIONES

Determinar el contenido de fibra dietética total y valor energético en las barras de cereales con sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados.

Investigar la sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados en otros productos como muffins, galletas y panes.

Caracterizar la materia prima (residuos de piña deshidratados y en polvo) y en contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble.

Comparar las barras de cereales con sustitución de salvado de avena por residuos de piña deshidratados en sus diferentes formulaciones con barras comerciales ricas en fibra para analizar la aceptabilidad general.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Agrobanco. 2012. Principales variedades de quinua sembradas en el Perú. Revista Técnica Agropecuaria. 7:4-5. Lima, Perú.

Alimentación Sana. 2015. La fibra dietética. Recuperado de:
<http://www.alimentacion-sana.org/Informaciones/novedades/fibra1>

Anzaldúa-Morales, A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R. y Pinedo, R. 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Primera edición. Perú.

Baena, L. y Garcia, N. 2012. Obtención y caracterización de fibra dietaria a partir de cascarilla de las semillas tostadas de *Theobroma cacao* L. de una industria chocolatera colombiana. Pereira, Colombia.

Basantes, S. y Chasipanta, J. 2012. Determinación de requerimiento nutricional del fosforo sobre la inducción floral en el cultivo de piña. Sangolqui, Ecuador.

Bonicontró, M. y Haddad, A. 2012. Elaboração de barra de cereais com substituição parcial de aveia por farinha da casca de maracujá. Revista Tecnológica. 21:69 – 76. Maringá, Brasil.

Briones E. 2016. Efecto de un bioestimulante y dos antiestresantes en el enraizamiento de *Ananas comosus* L. var. Roja Trujillana en Trujillo, La Libertad. Trujillo, Perú.

Canahua, A. y Mujica, A. 2013. Quinoa: Pasado, presente y futuro. Puno, Perú.

Capella, A. 2016. Desarrollo de barra de cereal con ingredientes regionales, saludable nutricionalmente. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.

Cedeño, J. y Zambrano, J. 2014. Cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuente de fibra dietética en producción de galletas. Calceta, Ecuador.

Centro Nacional de alimentación y nutrición. 2009. Tablas peruanas de composición de alimentos. Lima, Perú.

Chacchi, K. 2009. Demanda de la quinua (*Chenopodium quinoa* W.) a nivel industrial. Lima, Perú.

Da Silva, F., Pante, C., Prudencio, S. y Ribeiro, A. 2011. Elaboração de uma barra de cereal de quinoa e suas propriedades sensoriais e nutricionais. Alimentos e Nutrição. 22:63-69. Araraquara, Brasil.

Esquivel, A. 2016. Efecto de la sustitución de salvado de avena (*Avena sativa*) por cáscara de mango (*Mangifera indica* L.) deshidratada sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una barra alimenticia a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Tesis para obtener el Título Profesional de ingeniera en industrias alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

FAO. 2011. La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y El Caribe.

FAO. 2011. Métodos analíticos para la determinación de humedad, alcohol, energía, materia grasa y colesterol de alimentos. Depósito de documentos de la FAO.

FAO. 2013. Usos de la quinua. Disponible en <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/use/es/>

FAO e INIA. 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Lima, Perú.

Fernández, J. y Madera, E. 2012. Aprovechamiento de subproductos de la industria agroalimentaria para la obtención de compuestos bioactivos. Universidad de Burgos. Burgos, España.

Garcez, M. 2008. Barras de cereais com amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurguéia, complementadas com casca de abacaxi. Fortaleza, Brasil.

Garcia, M. y Serrano, H. 2005. La piña, *Ananas comosus* (L) Merr. (Bromaliacear), algo más que un fruto dulce y jugoso. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Gonzales, L. 2013. Obtención de los nutraceuticos presentes en la piña del Agave Tequilero mediante dilución diferencial. Ciudad de México, México.

González, V., Rodeiro, C., Sanmartin, C. y Vila, S. 2014. Introducción al análisis sensorial.

Gray, J. 2006. Fibra dietética. ILSI Europe. Bruselas. Bélgica.

Hernández, N., Blancas-Napoles, J., Llamas, M., Jimenez, E., Ramos, M. y Sanchez, M. 2014. Aprovechamiento del residuo agroindustrial, corazón de piña (*Ananas Comosus*) deshidratado en la sustitución de harina de trigo en galletas. México, D.F.

Klajn, V. y Piovesana, A. 2013. Elaboração e aceitação de barras de cereais com bagaço de uva. Current agricultural science and technology, 41-46. Santa Rosa, Brasil.

Leite, C. 2013. Elaboração de barras de cereal com bocaiuva. Campo Grande, Brasil.

Llama,s M., Ramos, M., Torres, E., Jimenez, E., Hernandez, N. y Sanchez, M. 2014 Desarrollo de barra energética con sustitución de harina de trigo por corazón de piña (*Ananas comusus*) deshidratado. México, D.F.

Llanos, C. 2015. Micropropagación in vitro de piña, *Ananas comosus* (L.) merr var. md2 (bromeliaceae) bajo un sistema de biorreactores de inmersión temporal. Lima, Perú.

Lopez, M., Winching, R. y Rojas, A. 2014. Meta-analisis de los subproductos de piña (*Ananas comosus*) para la alimentacion animal. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Marroquin, C. 2012. Formulación y aceptabilidad de barras de amaranto para población escolar. Quetzaltenango, Guatemala.

Matos, A. y Chambilla, E. 2010. Importancia de la fibra dietética, sus propiedades funcionales en la alimentación humana y en la industria alimentaria. Universidad Peruana Unión. Lima, Perú.

Ministerio de Agricultura y Riego. 2015. Anuario estadístico de la producción agrícola y ganadera, 124.

Mirabella, N., Castellani, V. y Sala, S. 2013. Current options for the valorization of food manufacturing waste: A review. Milán, Italia.

Mujica, A. 2017. El origen de la quínoa y la historia de su domesticación. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR40344.pdf>

Ochoa, C. 2012. Formulación, elaboración y control de calidad de barras energéticas a base de miel y avena para la empresa Apicare. Tesis para obtener el Título Profesional en Bioquímico Farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Radio Programas del Perú. 2012. Trujillo: Relanzarán Feria Regional de la Piña en Poroto. Disponible en: <http://rpp.pe/peru/actualidad/trujillo-relanzaran-feria-regional-de-la-pina-en-poroto-noticia-542711>

Rasgado, S., Trejo, M. y Pascual, S. 2016. Extracción de fibra en residuos agroindustriales de piña para su aplicación en alimentos industriales. Universidad Nacional Autónoma de México. Estado de México, México.

Rebelo, E. 2009. Desenvolvimento de barra de cereais formuladas com ingredientes regionais. Sergipe, Brasil.

Reyes, M., Gómez, I., Espinoza, C., Bravo, F. y Ganoza, L. 2009. Tablas peruanas de composición de alimentos. Instituto Nacional de Salud, Ministerio de Salud. Lima, Perú. 8va Edición.

Rodriguez, G. 2014. Efecto de la sustitución de harina de trigo por una proporción de la mezcla harina de cáscara de papa : harina de papa (*Solanum tuberosum* pps) sobre el color, textura, fibra y aceptabilidad

general en galletas dulces. Tesis para obtener el Título Profesional de ingeniera en industrias alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Saval, S. 2012. Aprovechamiento de residuos agroindustriales: Pasado, presente y futuro. México, D.F.

Sierra Exportadora. 2015. Ficha comercial de la quinua. Disponible en: <http://www.sierraexportadora.gob.pe/lambayeque/wp-content/uploads/2015/04/Ficha-comercial-quinua.pdf>

Silva, J., Marques, T. y Simao, A. 2014. Development and chemical and sensory characterization of pumpkin seed flour-based cereal bars. Campinas, Brasil.

Sun-Waterhouse, D., Teoh, A., Massarotto, C., Wibisono, R. y Wadhwa, S. 2009. Comparative analysis of fruit-based functional snack bars. Auckland, Nueva Zelanda.

Teixeira, C., Ferreira, R., Da Costa, R., Bonomo, P., Veloso, C. y Cardoso, G. 2011. Characterization and sensorial evaluation of cereal bars with jackfruit. Universidad estatal del Sudoeste de Bahia. Bahia - Brasil.

Vasconez, M. 2012. Diseño de un producto energético a base de avena (*Avena Sativa*), harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.), harina de soya (*Glycine max*) y espirulina (*Spirulina máxima*). Quito, Ecuador.

Yepes, M., Montoya, L. y Orozco, F. 2008. Valorización de residuos agroindustriales - frutas - en Medellín y el sur del valle del Aburrá, Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía, 1:4422-4431.

Zenteno, S. 2014. Barras de cereales energéticas y enriquecidas con otras fuentes vegetales. *Revista de Investigación Universitaria*, 3:56-66. Lima, Perú.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Resultados de análisis de contenido de humedad de barra alimenticia a base de quinua con residuos de piña deshidratados.

Residuos de piña deshidratados (%)	Repetición	Humedad (%)
0	1	6.98
	2	6.66
	3	6.52
	4	6.01
	Promedio	6.54
30	1	6.68
	2	6.63
	3	6.86
	4	6.47
	Promedio	6.66
60	1	6.66
	2	6.78
	3	7.17
	4	6.74
	Promedio	6.84
90	1	7.26
	2	7.06
	3	7.14
	4	7.07
	Promedio	7.13

Anexo 2. Resultados de análisis de contenido de fibra cruda de barra alimenticia a base de quinua con residuos de piña deshidratados

Residuos de piña deshidratados (%)	Repetición	Fibra (%)
0	1	4.60
	2	6.61
	3	4.19
	4	4.40
	Promedio	4.95
30	1	6.45
	2	6.06
	3	6.40
	4	6.54
	Promedio	6.36
60	1	6.25
	2	7.23
	3	7.57
	4	7.29
	Promedio	7.09
90	1	8.51
	2	8.45
	3	8.65
	4	8.45
	Promedio	8.51

Anexo 3. Resultados de análisis de firmeza instrumental de barra alimenticia a base de quinua con residuos de piña deshidratados.

Residuos de piña deshidratados (%)	Repetición	Firmeza (N)
0	1	10.03
	2	11.45
	3	10.15
	4	8.7
	Promedio	10.00
30	1	16.57
	2	14.47
	3	16.83
	4	12.54
	Promedio	15.10
60	1	17.49
	2	13.41
	3	15.79
	4	18.02
	Promedio	16.18
90	1	15.04
	2	20.62
	3	16.00
	4	18.26
	Promedio	17.48

Anexo 4. Resultados de la evaluación de aceptabilidad general de barra alimenticia a base de quinua con residuos de piña deshidratados

Juez	Sustitución (%)			
	0	30	60	90
1	6	7	6	5
2	7	8	6	7
3	7	7	8	5
4	6	8	8	5
5	8	8	6	7
6	6	7	6	6
7	6	9	8	9
8	9	8	6	9
9	7	6	9	5
10	6	6	5	5
11	8	6	6	5
12	7	7	6	5
13	6	9	6	5
14	5	8	6	8
15	6	7	6	5
16	6	6	8	6
17	7	6	6	5
18	6	7	8	6
19	6	7	8	5
20	7	8	6	8
21	7	8	7	6
22	6	7	7	5
23	8	8	7	6
24	6	7	6	5
25	6	7	6	6
26	6	7	7	8
27	6	7	6	7
28	6	8	7	6
29	8	8	6	5
30	6	6	6	5
31	8	7	6	6
32	6	7	8	7
33	6	7	6	7
34	6	9	8	6
35	6	7	8	7
36	7	6	7	8
37	6	8	8	7
38	6	8	7	6
39	8	7	7	7
40	7	9	7	8
Promedio	6.58	7.33	6.78	6.23
Moda	6.00	7.00	6.00	5.00

Anexo 5. Fotografías de la obtención de residuos de piña deshidratados



Figura A. Cáscara de piña antes de deshidratar



Figura B. Cáscara de piña deshidratada



Figura C. Corazón de piña antes de deshidratar



Figura D. Corazón de piña deshidratado

Anexo 6. Fotografías de la elaboración de la barra alimenticia.

Figura E. Mezcla de ingredientes secos



Figura F. Barras de cereal en enfriado



Figura G. Barra de cereal en la formulación control



Figura H. Barra de cereal con sustitución al 30%



Figura I. Barra de cereal con sustitución al 60%



Figura J. Barra de cereal con sustitución al 90%

Anexo 7. Fotografías de análisis fisicoquímico y de aceptabilidad general.



Figura H. Análisis de firmeza instrumental

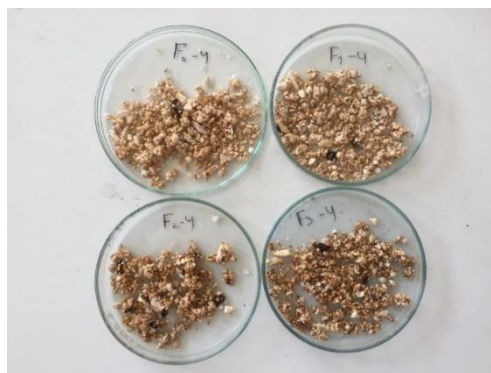


Figura I. Muestras después de análisis de humedad



Figura J. Panelistas realizando análisis de aceptabilidad general.